



Elektronische Last

EL 9000 Teil 3

Diese neue, mikroprozessorgesteuerte Gleichstromlast bietet zahlreiche Möglichkeiten zur definierten Belastung von DC-Quellen wie Netzteile, Solarzellen, Akkus usw. Auch hohe Lastströme bis zu 20 Ampere und Verlustleistungen bis 200 Watt sind dank der umfangreichen Schutzfunktionen sicher beherrschbar.

Nachdem wir die Möglichkeiten, die Funktionen und die Schaltungstechnik der EL 9000 kennen gelernt haben, geht es jetzt an den Nachbau und die Inbetriebnahme.

Nachbau

Der Nachbau der EL 9000 benötigt aufgrund der umfangreichen Schaltungstechnik und des Aufwandes für die mechanische Montage ein wenig Zeit. Dank des großzügig dimensionierten 9000er-Metallgehäuses und der übersichtlichen Anordnung der Komponenten auf zwei doppel-seitigen Leiterplatten ist er jedoch mit etwas Geduld und Sorgfalt problemlos zu bewerkstelligen. Abgesehen vom DA-Wandler IC 300 (8-poliges MSOP-Gehäuse) sind alle Bauteile konventionell, d. h. bedrahtet ausgeführt und entsprechend einfach zu bestücken.

Wichtiger Hinweis:

Da es sich bei der EL 9000 um ein netzbetriebenes Gerät handelt, in dem die Netzspannung frei geführt ist, dürfen Aufbau und Inbetriebnahme nur von Fachkräften durchgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die geltenden VDE- und Sicherheitsbestimmungen sind unbedingt zu beachten. Insbesondere ist es bei der Inbetriebnahme erforderlich, zur sicheren galvanischen Trennung einen entsprechenden Netz-Trenntransformator vorzuschalten.

Bestückung der Basisplatine

Die Position der einzelnen Komponenten

ergibt sich aus dem Bestückungsdruck auf den Platinen bzw. den Bestückungsplänen in Verbindung mit der Stückliste. Auch die Bestückungsfotos geben eine gute Hilfestellung.

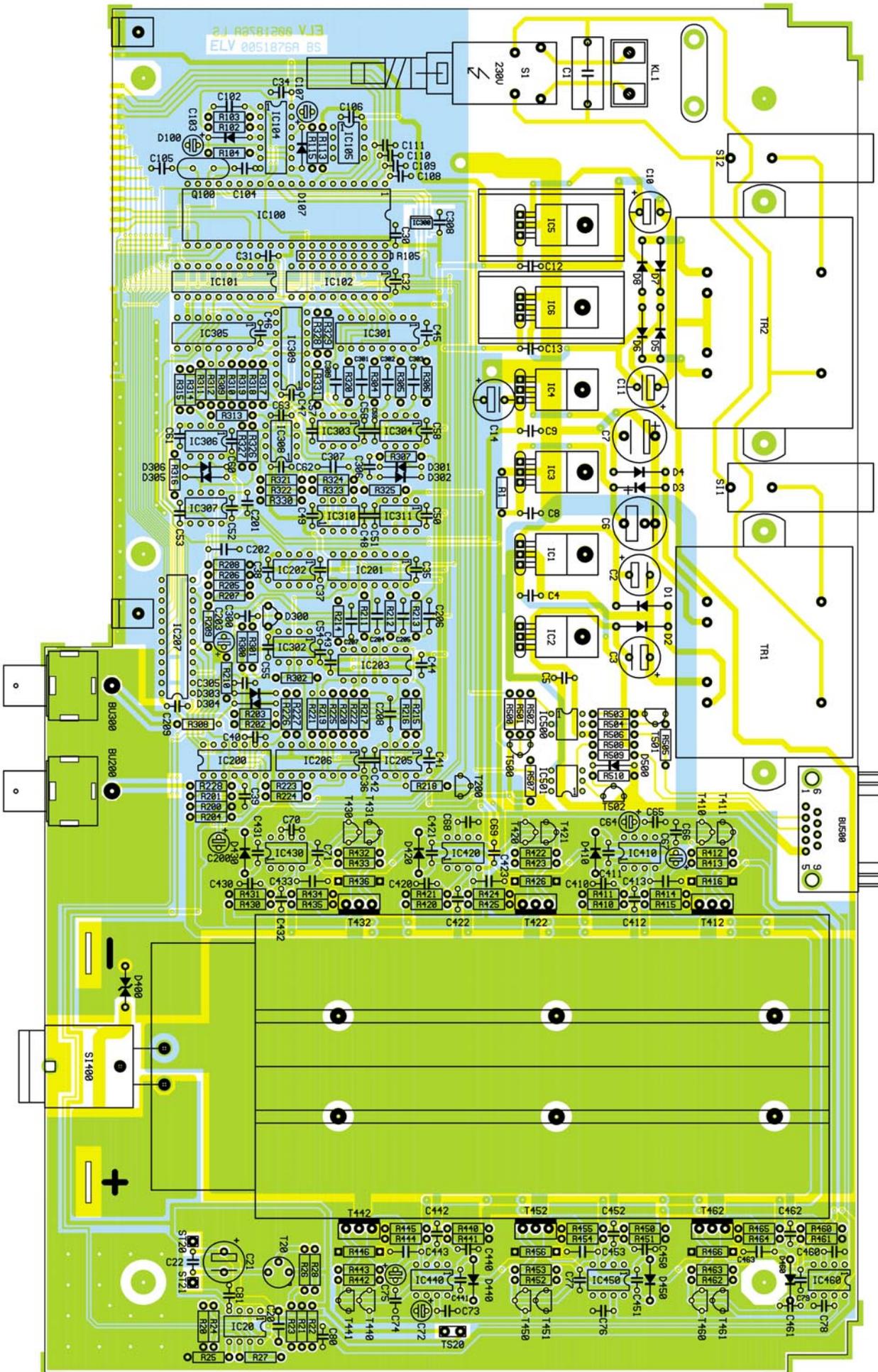
Die Bestückung beginnt mit IC 300 als flachstem Bauelement. Das Lötpad an einer Ecke des Bestückungsplatzes wird verzinnt, das IC lagerichtig (Markierung muss mit der im Bestückungsdruck übereinstimmen) aufgesetzt und durch das erneute Schmelzen des Zinns vorfixiert. Nach einer Kontrolle und ggf. Korrektur der Lage erfolgt das Verlöten der restlichen Pins, beginnend mit dem gegenüberliegenden Pin.

Als nächste Bauteile folgen die Dioden und Widerstände. Die Anschlussbeine werden im richtigen Rastermaß abgewinkelt, von der Bestückungsseite durch die Bohrungen gesteckt, auf der Rückseite verlötet und anschließend mit einem kleinen Seitenschneider direkt über der Lötstelle abgeschnitten. Bei den Widerständen und der Transil-Schutzdiode D 400 spielt die Einbaulage keine Rolle, bei den anderen Dioden gibt der im Bestückungsdruck dargestellte Katodenring die korrekte Einbaulage vor. Als nächste Bauteile folgen ICs, Optokoppler, Keramik Kondensatoren und Folienkondensatoren. Während die Kondensatoren ungepolt sind und somit in beliebiger Lage eingelötet werden können,

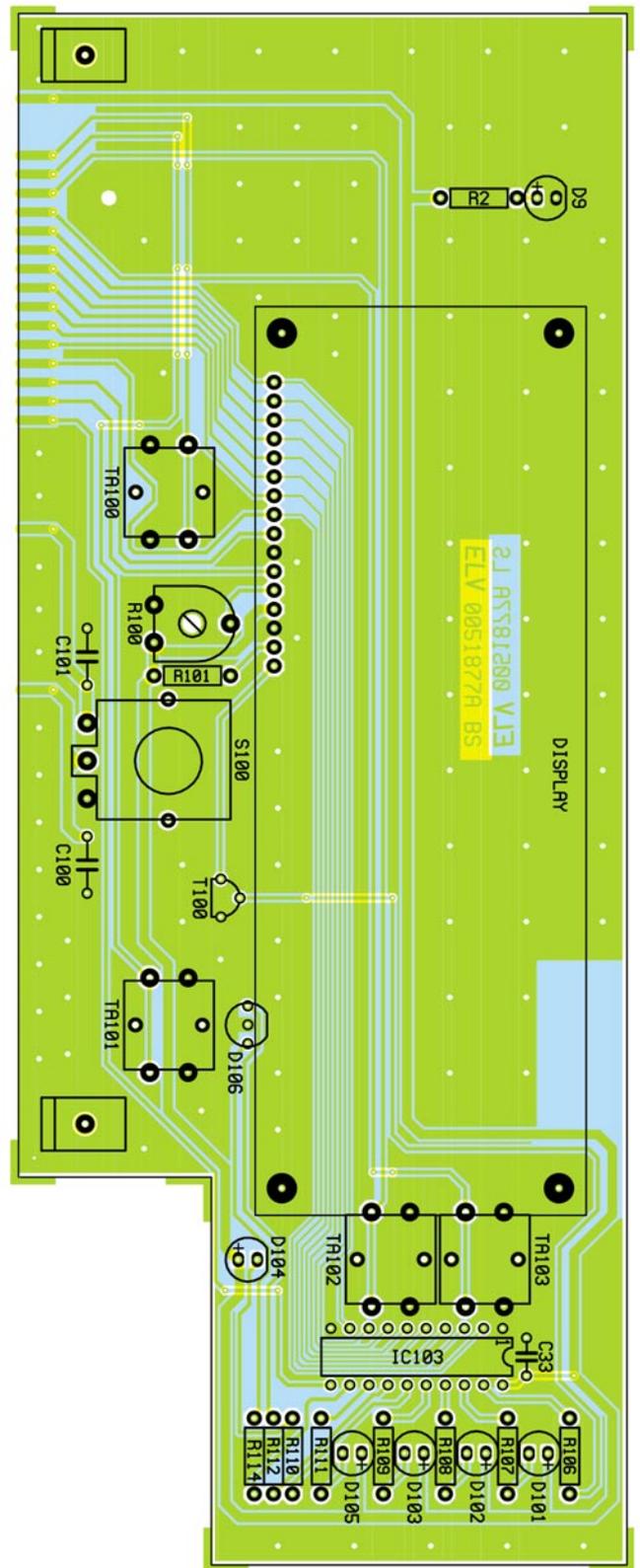
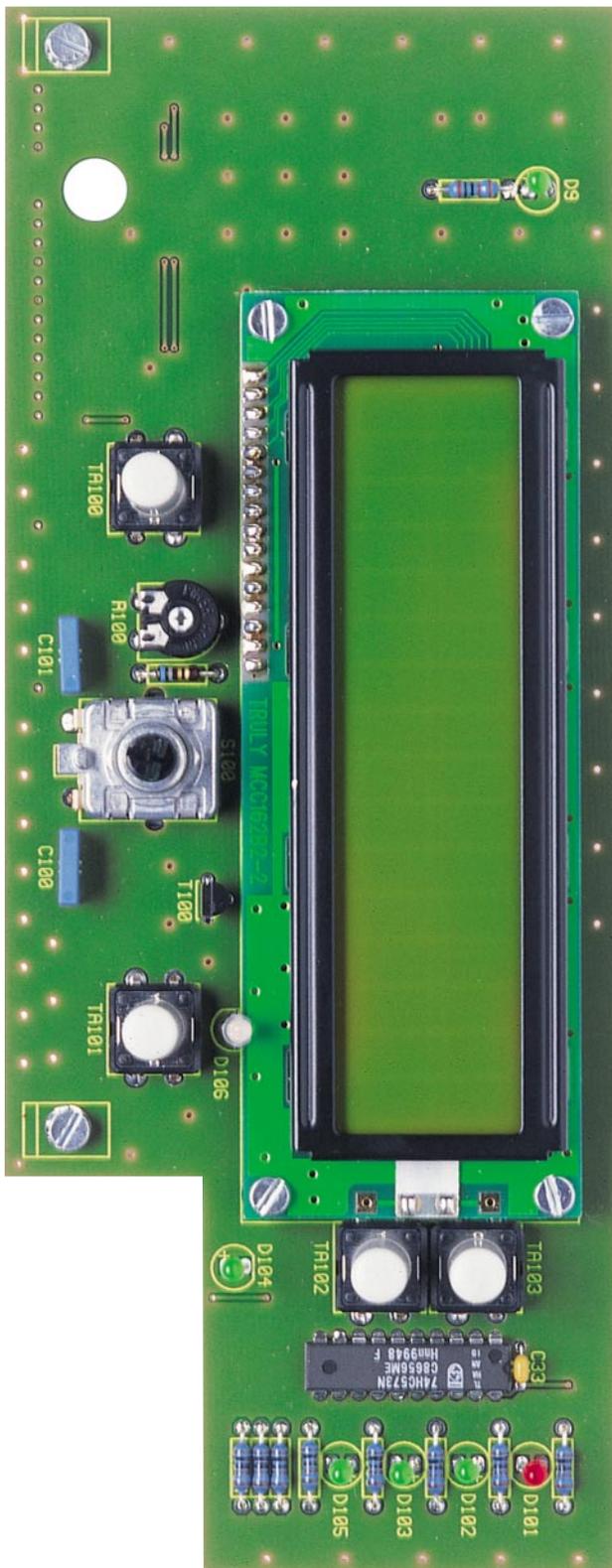
ist bei den ICs und Optokopplern unbedingt auf die Übereinstimmung der Markierungskerbe bzw. des Markierungspunktes mit dem Bestückungsdruck zu achten. Die Anschlussbeine der ICs sind vor dem Bestücken in das erforderliche Rastermaß zu bringen. Hierfür eignet sich am besten ein Pin-Ausrichter (ELV-Best.Nr.: 10-084-63), notfalls kann das Biegen auch von Hand auf einer festen Unterlage erfolgen. Für IC 100 und IC 105 ist für eventuelle Software-Updates bzw. Service-Zwecke eine gesockelte Montage vorgesehen. Entsprechend liegt dem Bausatz eine 8-polige und eine 40-polige Präzisions-IC-Fassung bei.

Für die Festspannungsregler IC 1 bis IC 6 ist eine liegende Montage vorgesehen. Deshalb sind zunächst die Anschlussbeine in einem Abstand von 3 mm zur Gehäuseunterkante um 90° nach hinten umzubiegen. IC 1 bis IC 4 werden vor dem Verlöten der Anschlusspins direkt mit je einer Schraube M3 x 8 mm, einer Fächerscheibe und einer M3-Mutter plan aufliegend auf die Platine geschraubt. IC 5 und IC 6 sind zunächst auf der Rückseite mit etwas Wärmeleitpaste zu versehen und mit M3x 10mm-Schrauben auf U-Kühlkörpern zu befestigen. Anschließend werden auch sie mit einer Fächerscheibe und einer M3-Mutter auf der vorgesehenen Position festgeschraubt und dann verlötet.

Der Sicherungshalter für die Flachsteck-



Bestückungsplan der Basisplatine der EL 9000 (Originalgröße: 336,6 x 198,8 mm)



Ansicht der fertig bestückten Frontplatine der EL 9000 mit zugehörigem Bestückungsplan

sicherung SI 400 muss an der vorgesehenen Stelle der Platine flach aufliegend positioniert werden. Damit hierbei die Kunststoffnase des Sicherungshalters in die Platine einrastet, ist eventuell etwas Kraft erforderlich. Die Befestigung erfolgt dann mit einer Schraube M3 x 12 mm. Diese wird mit einer Unterlegscheibe versehen, von oben durch den Sicherungshalter gesteckt

und mit einer Fächerscheibe und einer M3-Mutter gesichert. Zum Kürzen der Anschlussbeine ist hier ein kräftiger Seitenschneider erforderlich, ein kleiner Elektronik-Seitenschneider reicht nicht aus.

Als Nächstes werden die Lötstifte für den Lüfter und den Temperatursensor TS 20, die Kleinsignaltransistoren (TO-92-Gehäuse), die Z-Diode D 300, der Quarz Q 100

und die Elkos bestückt. Der Abstand der Gehäuseunterkante der Transistoren und der Z-Diode zur Platine sollte etwa 4 mm betragen, der Quarz mit seinem Körper direkt plan auf der Platine aufsitzen.

Elektrolytkondensatoren sind gepolte Bauteile. Werden diese falsch montiert, so können sie evtl. explodieren und schwere Schäden verursachen. Deshalb ist hier be-

Stückliste: Elektronische Last EL 9000

Widerstände:

120 cm Manganindraht, 0,1Ω
(0,659Ω/m) R416, R426,
R436, R446, R456, R466
6,8Ω R101
10Ω R413, R423, R433,
R443, R453, R463
47Ω R217
68Ω R412, R422, R432,
R442, R452, R462
100Ω R216, R319, R329
220Ω R502, R505
680Ω R508
900Ω/0,1% R318
1kΩ ... R1, R2, R26, R28, R106-R112,
R114, R211-R214, R228,
R300, R304-R306, R320,
R321, R324-R326, R414,
R415, R424, R425, R434,
R435, R444, R445, R454,
R455, R464, R465
1,5kΩ R311
2,2kΩ R227, R322, R327, R500,
R501, R503, R504
2,25kΩ R20
2,7kΩ R310, R507
3,3kΩ R208, R210, R323
6,8kΩ R27
8,2kΩ R309
9kΩ/0,1% R317
10kΩ ... R24, R25, R103, R113, R200,
R202, R215, R218, R226,
R313-R315, R328, R411,
R421, R431, R441, R451,
R461, R506, R509
12kΩ R308
15kΩ R307, R316
22kΩ R201, R203
27kΩ R204, R206, R410, R420,
R430, R440, R450, R460
56kΩ R22, R207, R209
82kΩ R205
100kΩ R21, R104, R115, R225,
R301, R302, R331, R510
150kΩ R312
180kΩ R219-R224
220kΩ R23, R102
1MΩ R330
Array, 8 x 10kΩ R105
PT10, liegend, 10kΩ R100

Kondensatoren:

4,7pF/ker C412, C422, C432,
C442, C452, C462
10pF/ker C410, C420, C430,
C440, C450, C460
33pF/ker C104, C105
100pF/ker C108-C111, C201, C305
330pF/ker C306
470pF/ker C411, C421, C431,
C441, C451, C461
1nF C20, C202, C413, C423,
C433, C443, C453, C463
2,2nF C307
4,7nF C100, C101

10nF C102
47nF ... C204-C207, C301-C303, C309
100nF/ker C4, C5, C8, C9, C12,
C13, C22, C30-C63, C65, C66,
C68-C71, C73, C74, C76-C79,
C80, C81, C106, C209, C300, C308
100nF/X2/275V~ C1
270nF C208
1µF/100V C200
10µF/25V C64, C67, C72,
C75, C103, C107
22µF/16V C203
100µF/63V C21
470µF/25V C2, C3
470µF/40V C6
1000µF/16V C10, C11, C14
1000µF/40V C7

Halbleiter:

7812 IC1, IC3
7912 IC2, IC4
7805 IC5
7905 IC6
TL072 IC20
ELV01206 IC100
74HC573 IC101, IC102, IC103
CD4584 IC104
FM24C04 IC105
TLC274 IC200, IC203
CD4052 IC201
TL081 ... IC202, IC311, IC410, IC420,
IC430, IC440, IC450, IC460
TLC272 .. IC205, IC302-IC304, IC308
CD4051 IC206, IC301, IC309
ADC0848 IC207
LTC1658/SMD IC300
CD4053 IC305
TL082 IC306
AD633 IC307
CA3080 IC310
CNY17 IC500, IC501
2N3019 T20
BC337-25 T100, T410, T420,
T430, T440, T450, T460
BC548 T200, T502
BC327-25 T411, T421, T431,
T441, T451, T461
BUZ102 T412, T422, T432,
T442, T452, T462
BC558 T500, T501
1N4007 D1-D8
1N4148 D100, D107,
D301-D306, D500
LM385-2,5V D300
BZW06-58 D400
BAT85 D410, D420, D430,
D440, D450, D460
LED, 3mm, grün D9, D102-D105
LED, 3mm, rot D101
Duo-LED, 3mm D106
LC-Display, MC-162-3 Display

Sonstiges:

Quarz, 11,0592MHz Q1
Temperatursensor, SAA965 TS20

BNC-Einbaubuchse,
print BU200, BU300
SUB-D-Buchsenleiste, 9-polig,
print BU500
Mini-Drucktaster, B3F4050,
1 x ein TA100-TA103
Inkrementalgeber S100
Netzschraubklemme, 2-polig KL1
Trafo, 2 x 12V/330mA/8VA TR1
Trafo, 2 x 7,5V/530mA/8VA TR2
Schadow-Netzschalter S1
Sicherung, 50mA, träge SI1, SI2
KFZ-Sicherung, 30A/80V SI400
2 Sicherungshalter, print, liegend (VDE)
1 KFZ-Sicherungshalter, print,
abgewinkelt
1 Adapterstück
1 Verlängerungsachse
1 Druckknopf, ø 7,2 mm
4 Tastknöpfe, 18 mm, grau
1 Drehknopf mit Fingermulde
1 Präzisions-IC-Sockel, 8-polig
1 Präzisions-IC-Sockel, 40-polig
Polklemmen, 4 mm, 60A, rot
Polklemmen, 4 mm, 60A, schwarz
1 Papst-Axial-Lüfter, Typ 612
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 5 mm
22 Zylinderkopfschrauben, M3 x 6 mm
8 Zylinderkopfschrauben, M3 x 8 mm
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 10 mm
7 Zylinderkopfschrauben, M3 x 12 mm
4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 35 mm
3 Kunststoffschrauben, M4 x 10 mm
2 Sechskantschrauben, M4 x 20 mm
38 Muttern, M3
1 Rechteckmutter, M3
2 Muttern, M4
3 Kunststoffmutter, M4
41 Fächerscheiben, M3
4 Fächerscheiben, M4
5 Unterlegscheiben, 3,2 mm
4 Polyamidscheiben, 14 x 2,5 mm
1 Sensorschelle
3 Befestigungswinkel, vernickelt
4 Distanzrollen, M3 x 5 mm
18 Lötstifte, 20 mm
4 Lötstifte mit Lötöse
1 Kontaktleiste, 1 x 20-polig
2 U-Kühlkörper, SK13
1 Kleinkühlkörper, SKK510
2 Lüfter-Kühlkörperhälften, SK75
1 Fingerschutzgitter, 60 x 60
1 Zugentlastungsbügel
1 Netzkabeldurchführung mit
Knickschutztüle, grau
1 Netzkabel, 3-adrig
2 Aderendhülsen, 0,75mm ø
1 Tube Wärmeleitpaste
2 Kontaktbleche
3 Halteplatinen
1 Isolierplatte
4 cm Schrumpfschlauch, ø 1 mm
12 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm²,
schwarz
1 Komplettbausatz 9000er-Metallgehäuse

sondere Sorgfalt geboten. Der Plus-Anschluss ist im Bestückungsdruck gekennzeichnet und der Minus-Anschluss ist auf dem Gehäuse des Elkos mit einem Markierungsstrich versehen.

Der Transistor T 20 muss, bevor er im Abstand von 4 mm zur Platine eingelötet wird, außen mit Wärmeleitpaste bestrichen und in den Sternkühlkörper eingepresst werden.

Als nächste Bauteile folgen einige elektromechanische Elemente. Dies sind im Einzelnen: die Netzklemme KL 1, der Netzschalter S 1, die Sicherungshalter SI 1 und SI 2, die Buchsen BU 200, BU 300 und BU 500 sowie die Anschlussbleche für die Lastbuchsen. All diese Elemente werden plan aufliegend eingesetzt und mit ausreichend Lötzinn verlötet. Besonders bei den BNC-Buchsen und den Anschlussblechen der Lastbuchsen ist aufgrund der großen Metallflächen ein LötKolben mit ausreichender Leistung und einer nicht zu feinen Spitze erforderlich. Auch die Zugentlastungsschelle der Netzleitung kann bereits lose vormontiert werden. Dazu sind 2 M3x12mm-Zylinderkopfschrauben von unten durch die Bohrungen zu stecken, die Schelle darüber zu setzen und mit Zahnscheiben und Muttern zu fixieren.

Jetzt sollten auf der Basisplatine alle Teile bis auf die Transformatoren sowie den Lüfterkühlkörper mit Leistungs-FET's, Shunts und Temperatursensor bestückt sein. Vor dem Aufsetzen dieser schweren Komponenten sollte eine Zwischenkontrolle auf Bestückungs- und Lötfehler durchgeführt werden.

Montage des Lüfterkühlkörpers

Der Lüfterkühlkörper ist vor der Montage vorzubereiten. Zunächst sind die beiden Profilhälften mit den Führungsnuten zusammenzuschieben und dann senkrecht (mit der Öffnung nach oben) aufzustellen. Der Lüfter wird oben so aufgelegt, dass der Pfeil (Strömungsrichtung) auf dem Lüftergehäuse zum Kühlkörper weist, die Montagelöcher über den konturierten Rundnuten an den schrägen Außenseiten liegen und sich das Anschlusskabel an einer der geraden Außenseiten befindet, an der keine Fugerillen sind. Mit vier Schrauben M3 x 35 mm, die sich problemlos in die Alu-Rundnuten einschneiden, kann der Lüfter nun befestigt werden.

Zur Befestigung des Kühlkörpers auf der Platine dienen 6 Schrauben M3 x 6 mm. Diese sind zunächst mit einer Fächerscheibe zu versehen und von unten durch die entsprechenden Bohrungen der Platine zu stecken. Auf der Oberseite setzt man je eine M3-Mutter locker auf (ca. 1 Umdrehung aufschrauben). Von der hinteren Platinenkante aus wird nun der Kühlkörper

aufgeschoben, und zwar so, dass:

- die Muttern in die unteren Profilhälften gleiten,
- der Lüfter zur Platinenvorderkante weist,
- die Fügenuten oben und unten liegen,
- die Lüfteranschlüsse sich auf der rechten Seite befinden.

Dieser Vorgang, der evtl. ein wenig Geduld erfordert, lässt sich durch ein leichtes Lösen der Lüfterschrauben vereinfachen.

Befindet sich der Kühlkörper auf der gewünschten Position (Abstand zum hinteren Platinenrand 7 mm), so sind alle Befestigungsschrauben festzudrehen.

Die Anschlussleitungen des Lüfters können jetzt auf die erforderliche Länge gekürzt, abisoliert, verdrillt, verzinkt und an den Lötstiften ST 20 (+/rot) und ST 21 (-/blau) angelötet werden.

Für die Befestigung der Bauteile schiebt man in die Nuten am Kühlkörper zunächst M3-Muttern ein:

- je 3 Muttern in die beiden Nuten auf der Oberseite
- 3 Muttern in die obere Nut auf der linken Seite
- 4 Muttern in die obere Nut auf der rechten Seite.

Bei der jetzt folgenden Montage der Leistungs-FETs vom Typ BUZ 102 geht man am besten wie folgt vor:

- Die zugehörige Befestigungsmutter mittig über den Anschlüssen ausrichten.
- In die 3 Bohrungen der Basisplatine je einen der langen, hohlen Lötstifte stecken.
- Den FET auf der Rückseite gleichmäßig, dünn mit Wärmeleitpaste bestreichen.
- Die Anschlussbeine des FETs von oben in die Lötstifte fädeln.
- Den FET mit einer Schraube M3 x 6 mm mit Fächerscheibe anschrauben.
- Die Position und das gleichmäßige Anliegen der Kühlfläche kontrollieren und ggf. korrigieren.
- Die Anschlussbeine in den Lötstiften festlöten.
- Die Platine wenden und die Lötstifte auf der Lötseite festlöten.

Es ist darauf zu achten, dass die vierte Mutter auf der rechten Kühlkörperseite zur Befestigung des Temperatursensors dient und deshalb zwischen T 442 und T 452 zu schieben ist. Vor seiner Anbringung ist der Temperatursensor jedoch vorzubereiten: Die Anschlussbeine werden auf 4 mm gekürzt, je 6 cm schwarze Leitung angelötet und die Lötstellen mit Schrumpfschlauchstücken isoliert. Mit der Sensorschelle und einer Schraube M3 x 6 mm mit Zahnscheibe schraubt man nun den Sensor in der Mitte zwischen den FETs fest an. Zum Erreichen eines optimalen thermischen Kontaktes muss die Schelle schräg angeordnet werden, und die Kontaktfläche (pla-

ne Seite des Sensors) ist mit Wärmeleitpaste zu versehen.

Zum Führen und Halten der Shunts dienen drei auf dem Kühlkörper zu montierende Platinen. Diese sind, mit der Beschriftung nach oben, über den auf der Basisplatine befindlichen Bohrungen der Shunts zu positionieren und mit Schrauben M3 x 6 mm und unterlegten Zahnscheiben festzuschrauben. Der Widerstandsdraht wird in sechs Teilstücke zerschnitten, die gemäß Abbildung 11 zu biegen sind. Die Enden steckt man dann durch die Bohrungen der oberen Halteplatine und dann in die zugehörigen Bohrungen in der Basisplatine. Zunächst sind die Widerstandsdrähte auf den Halteplatinen anzulöten und dann ist der gesamte Aufbau zu wenden, um die Widerstandsdrähte an der Basisplatine festzulöten. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Halteplatinen nirgends aufliegen und verbiegen, wodurch die Widerstandsdrähte nach dem Festlöten unter Zugspannung stehen würden.

Als letzte Bauteile auf der Basisplatine sind die beiden Print-Transformatoren einzusetzen und von der Lötseite aus mit M4-Kunststoffschrauben zu befestigen. Die zugehörigen Kunststoffmuttern sind entsprechend in die Haltetaschen der Trafos einzulegen und während des Festschraubens gegenzuhalten. Nur für die direkt neben der Sub-D-Buchse befindliche Lasche von TR 2 ist vorerst eine Metallschraube mit Metallmutter zu verwenden, die nach dem jetzt folgenden Verlöten der Trafoanschlüsse wieder entfernt wird. Später befindet sich hier eine der Befestigungspunkte der Platine zum Gehäuse.

Bestückung und Montage der Frontplatine

Das Bestücken der Frontplatine ist in der selben Reihenfolge wie bei der Basisplatine

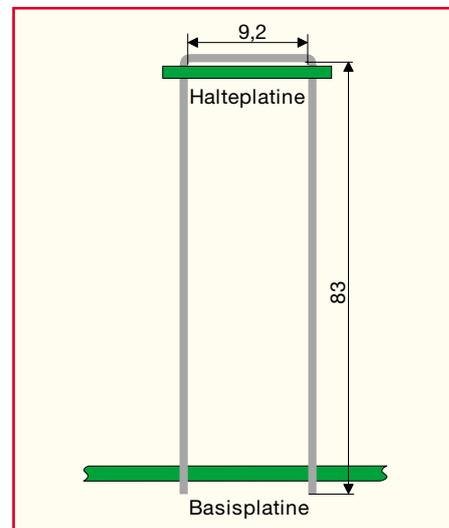


Bild 11: Anfertigung des Widerstandsdrähtes

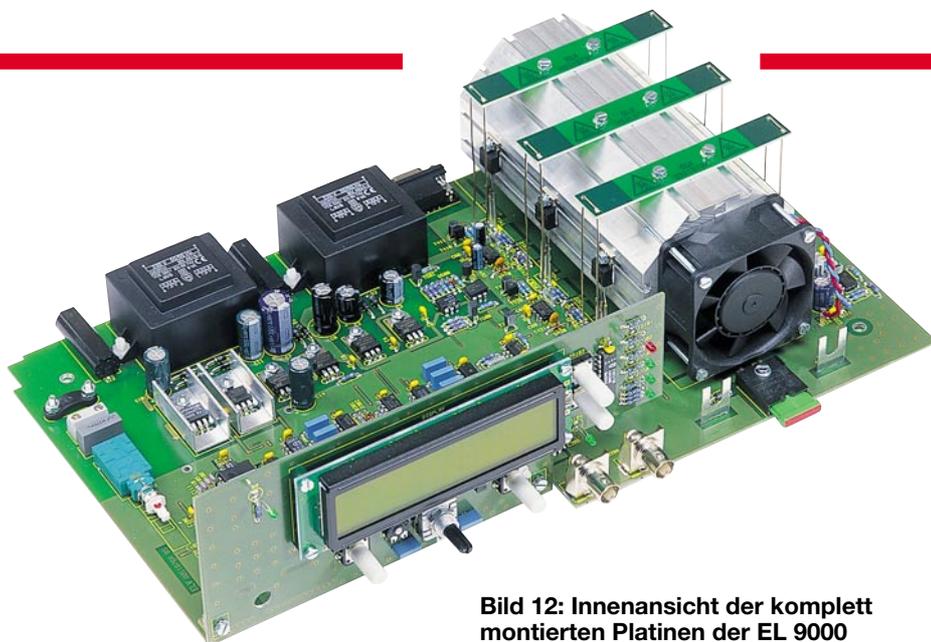


Bild 12: Innenansicht der komplett montierten Platinen der EL 9000

ne gemäß Bestückungsplan durchzuführen. Die LEDs sind polaritätsrichtig („+“ im Bestückungsdruck = Anode = längeres Anschlussbein), senkrecht mit einem Abstand von 14 mm (Linse zur Platine) einzulöten. Bei der 2-Farb-LEDD 106 muss sich die abgeflachte Gehäuseseite oben befinden (zum Display weisend). Die Taster sind nach dem Einlöten mit den zugehörigen Tastkappen zu versehen. Als letzte Komponente ist auf der Frontplatine das Displaymodul mit Schrauben M3 x 12 mm, 5-mm-Distanzstücken, Fächerscheiben und M3-Muttern zu montieren. Zur elektrischen Verbindung dient eine auf 16 Kontakte gekürzte Stiftleiste.

Eine exakt senkrechte Ausrichtung der beiden Platinen zueinander ermöglichen zwei Blechwinkel. Sie werden mit der Gewindeseite auf die Montagebohrungen an den unteren Ecken der Frontplatine gelegt und dann mit 5 mm langen M3-Schrauben von der Bestückungsseite her befestigt. Die Frontplatine ist nun senkrecht vor der Basisplatine auszurichten, sodass die Winkel genau über den Bohrungen in der Basisplatine liegen und mit M3x6mm-Schrauben, Fächerscheiben und M3-Muttern festgeschraubt werden können. Bevor die Leiterbahnübergänge auf der Lötseite der Platinen jetzt verbunden werden, ist noch einmal die senkrechte Ausrichtung und das genaue Überdecken der Leiterbahnpaare zu prüfen und ggf. zu korrigieren.

Gehäuseeinbau

Damit sind die Platinen fertig gestellt (Abbildung 12) und der Gehäuseeinbau kann beginnen. Zunächst sind unten an einem der Seitenteile 2 Modulschienen anzuschrauben. Um später die Front- und die Rückplatte exakt ausrichten zu können, sind auch die Alublenden bereits an den Stirnflächen des Seitenteiles anzuschrauben. Der Aufbau ist so zu drehen, dass sich

die Modulschienen unten und das Seitenteil links befindet. Von rechts muss dann die Bodenplatte so in die Modulschienen eingeschoben werden, dass sich der Steckkontakt auf der linken Seite und die Lüftungsschlitze sich vorn befinden. Auf die Unterseite der Bodenplatte können nun die vier Gummifüße geklebt werden. Die Dreifachlötlöse ist mit einer Vierkantmutter, zwei Fächerscheiben und einer Schraube M3 x 6 mm in der oberen Nut an der Innenfläche des Seitenteiles festzuschrauben. Die Vierkantmutter ist hierbei in einem Abstand von 6 cm zur Hinterkante des Seitenteiles zu positionieren und es ist je eine Fächerscheibe unter und über der Dreifachlötlöse anzuordnen. Die zugehörige Kennzeichnung \oplus bringt man neben der Schraube an. Durch die Löcher der Dreifachlötlöse sind die Enden der beiden vorkonfektionierten Schutzleiteranschlüsse zu stecken, umzubiegen und mit reichlich Lötzinn gewissenhaft zu verlöten. Einer der Steckkontakte des Schutzleiteranschlusses wird auf das Gegenstück der Bodenplatte gesteckt.

In die Profilmuten der beiden Modulschienen sind nun je 3 Sechskantschrauben M4 x 20 mm einzuschieben und entsprechend der Bohrungen der Basisplatine auszurichten. Über die Schraubengewinde setzt man jetzt die Isolierplatte und dann auf jede Schraube zwei 2,5 mm dicke Polyamidscheiben.

Als Nächstes kann bereits die Basisplatine eingesetzt und auf einen Abstand von 6 mm zum Seitenteil ausgerichtet werden. Zu ihrer Befestigung dienen je eine 1,5 mm dicke Polyamidscheibe, gefolgt von einer passenden U-Scheibe, einer Fächerscheibe und einer M4-Mutter. Nur bei der hinteren, mittleren Befestigungsschraube (an Tr 1) ist die Mutter direkt aufzuschrauben. Die Muttern sind zunächst nur locker anzuziehen.

Die Lüftungsöffnung in der Rückplatte muss aus Sicherheitsgründen mit einem

Fingerschutzgitter versehen werden. Von der Außenseite wird das Gitter aufgelegt, vier Schrauben M3 x 8 mm, die zuvor mit einer passenden Unterlegscheibe versehen wurden, hindurch gesteckt und von der Innenseite mit Fächerscheiben und M3-Muttern verschraubt. Auch die Kabelverschraubung mit Knickschutzülle ist bereits zu montieren.

In der Frontplatte ist vorab nur die Montage der Polklemmen notwendig. Sie sind so einzustecken, dass die Verdrehschutzkerbe einrastet. Die Isolierhülse ist von innen aufzustecken und die Buchsen werden mit je einer der Muttern angeschraubt.

Vor dem Einsetzen der so vorbereiteten Front- und Rückplatten ist noch die vordere, obere Modulschiene mit einem Metallwinkel zu versehen, der zur Stabilisierung der Frontplatine dient. Hierzu ist eine Vierkantmutter in die Profilmute auf der Unterseite einzuschieben, in der dann in einem Abstand von 14,5 cm zur linken Außenkante mit einer Schraube M3 x 6 mm und Fächerscheibe der Winkel festgeschraubt wird. Hierbei muss die mit einem Gewinde versehene Seite des Winkels zur Vorderkante der Modulschiene weisen.

Sind die Front- und Rückplatte bündig an den Alublenden der linken Seitenplatte eingesetzt, so ist die exakte Ausrichtung der Komponenten (u. a. feststellbar an der einwandfreien Gängigkeit der Taster) zu prüfen und bei Bedarf zu verbessern. Ist dies zur Zufriedenheit ausgeführt, so kann die Basisplatine durch Festziehen der 6 M4-Muttern fixiert werden. Die Anschlussgewinde der Polklemmen liegen jetzt, bei korrekter Ausrichtung der Frontplatte, genau in den zugehörigen Anschlussblechen und können mit der zweiten Mutter an diesen festgeschraubt werden. Hierzu eignet sich am besten ein 10-mm-Maulschlüssel.

Der Netzschalter muss mit einer Schubstange verlängert werden, die gemäß Abbildung 13 anzufertigen ist. An einem Ende wird sie mit dem passenden Knopf versehen und durch die Frontplatine und Frontplatte geführt, das andere Ende wird mit einem Adapterstück auf dem Schalter montiert. Zum Anschließen der Netzleitung ist diese zunächst auf einer Länge von 8 cm abzumanteln. Die Phasen- und die Neutralleiter-Ader sind auf 3,5 cm zu kürzen, abzuisolieren und mit Aderendhülsen zu versehen. Die Leitung wird durch die Kabelverschraubung und unter der Zugentlastungsschelle hindurch in das Gerät geführt. Die Kabelverschraubung und die Befestigungsschrauben der Zugentlastungsschelle können nun fest angezogen werden, wobei darauf zu achten ist, dass der Mantel vollständig unter der Zugentlastungsschelle liegt. Phasen- und Neutralleiter-Ader können jetzt bis zum Anschlag in die zugehöri-

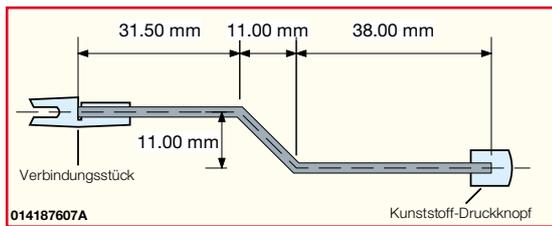


Bild 13: Anfertigung der Schubstange

gen Schraubklemmen gesteckt und festgeschraubt werden. Die Schutzleiter-Ader ist abzuisolieren und in der selben Weise wie die beiden bereits angeschlossenen Leitungen an der Dreifachlötöse zu verlöten.

Jetzt sind die beiden oberen Modulschienen und das rechte Seitenteil anzuschrauben. Hierbei ist darauf zu achten, dass der an der vorderen Modulschiene befestigte Metallwinkel die Frontplatine an der dafür vorgesehenen, isolierten Stelle abstützt. Den Drehknopf befestigt man auf der Achse des Inkrementalgebers und die Sicherungshalter sind mit den zugehörigen Schmelzsicherungen zu versehen. Die Deckelplatte wird vorerst nicht montiert, sodass der freie Schutzleiteranschluss für die nun folgende Inbetriebnahme zunächst aus dem Gerät herauszubiegen ist.

Inbetriebnahme und Abgleich

Nach einer nochmaligen gründlichen Kontrolle auf etwaige Montage- und Bestückungsfehler kann nun die erste Inbetriebnahme erfolgen. Hierzu ist aus Sicherheitsgründen ein Trenntransformator zu verwenden. Verhält sich das Gerät während der Inbetriebnahme unvorhergesehen, so ist es unverzüglich auszuschalten und die Ursache zu beheben.

Nach dem ersten Einschalten leuchten alle LEDs und die Hintergrundbeleuchtung des Displays ist eingeschaltet. Von der Geräteinnenseite her ist der Displaykontrast über den Trimmer R 100 so einzustellen, dass die Schrift gut lesbar ist. Dies war der einzige erforderliche Hardwareabgleich und es folgt der softwaregeführte. Er beginnt mit dem Abgleich der Spannungsmessung. Wie vom Gerät gefordert, ist eine Spannung von ca. 1 Volt an die Polklemmen anzuschließen. Diese ist parallel mit einem möglichst genau anzeigenden Multimeter zu messen. Nach einer Bestätigung mit der „OK“-Taste ist über den Inkrementalgeber die Spannung anzugeben, die laut Multimeter exakt anliegt. Ist dies erfolgt und mit „OK“ bestätigt, so wiederholt sich dieser Schritt mit einer Spannung von ca. 20 Volt. Ist auch der 20-Volt-Abgleich abgeschlossen, fordert die EL 9000 dazu auf, eine 10-Volt-Quelle mit einer Strombelastbarkeit von mindestens 5 Ampere anzuschließen. Zur Bestimmung des exakt fließenden Stromes ist ein Mul-

timeter einzuschleifen. Nach dem Bestätigen der Aufforderung fließt ein Strom in die Last, der bereits ca. 5 Ampere entsprechen sollte. Mit dem Inkrementalgeber ist der Ansteuerwert, der zu Kontrollzwecken in der unteren Displayzeile ausgegeben wird, so zu verändern, dass der fließende Strom exakt 5 A entspricht. Ist dies durchgeführt

und mit „OK“ bestätigt, so folgen einige automatisch ablaufende Abgleichschritte für die Strombegrenzung und den R-Bereich, während denen die Verbindungsleitungen nicht abgetrennt werden dürfen. Abschließend wiederholt man den Stromabgleich noch einmal mit einem Strom von 150 mA. Danach ist der Abgleichvorgang soweit beendet und der normale Betriebsmodus wird mit dem Starten des Funktionsmenüs begonnen. Dieser Abgleichvorgang kann bei Bedarf jederzeit über den Menüpunkt „Abgleich“ im Untermenü „Sonderfunktion“ wiederholt werden. Noch nicht abgeglichen sind an dieser Stelle die Stromanstiegsbegrenzungswerte. Dies erfolgt in einer separaten Sonderfunktion „SR-Abgleich“. Nach Anwahl dieses Menüpunktes wird man zunächst aufgefordert, den High-Strom für den bei diesem Abgleich fließenden Pulsstrom einzustellen. Der Strom ist entsprechend der zur Verfügung stehenden Quelle möglichst hoch zu wählen. Er kann bei Netzgeräten mit Strombegrenzung häufig auch oberhalb des Maximalwertes dieser Strombegrenzung liegen, da sie erst verzögert anspricht und das Netzteil auch kurzzeitig größere Ströme liefert. Ob eine derartige, periodisch erfolgende Überlastung zulässig ist, muss jedoch vorher geprüft werden. Nach dem Einstellen dieses Wertes und Bestätigen mit „OK“ sind nacheinander die verschiedenen Steilheiten einzustellen. Dazu ist an den Strom-Messausgang („U-I“) ein Oszilloskop anzuschließen. Der Ansteuerwert, der zu Servicezwecken mit auf dem Display dargestellt wird, ist so zu verändern, dass der steilste (mittlere) Teil der ansteigenden Flanke entsprechend dem Vorgabewert verläuft. Bei entsprechender Wahl der horizontalen und vertikalen Ablenkung des Oszilloskopes kann man sich genau nach der Rastereinteilung des Bildschirms richten. Zu beachten ist, dass es sich um eine Begrenzungsfunktion handelt, d. h., es ist stets der steilste Teil des Anstieges auszuwerten. Die hohen Anstiegsgeschwindigkeiten (2 A/ μ s und 5 A/ μ s) sind nur bei großen Stromsprüngen (z. B. 20 A) zu erreichen.

Als letzte vorab durchzuführende Einstellung kann nun noch die Geschwindigkeit, mit der sich die Zahlenwerte beim Drehen des Inkrementalgebers ändern, gewählt werden. Dies erfolgt im Sonderfunk-

tions-Untermenü unter „Drehg.-Geschw.“. Ein Zahlenwert zum Testen der getroffenen Einstellungen steht in der unteren Displayzeile zur Verfügung. Die Auswahl ist mit „OK“ abzuschließen.

Nach einem jetzt zu empfehlenden Test, bei dem jede Betriebsart angewählt und auf einwandfreie Funktion geprüft wird, kann das Gehäuse endgültig geschlossen werden. Dazu ist die EL 9000 von der belasteten Spannungsquelle und vom Netz zu trennen und das rechte Seitenteil abzuschrauben. Nun kann der Deckel von rechts eingeschoben werden (Lüftungsschlitze hinten, Schutzleiteranschluss links). Die noch freie Anschlussleitung des Schutzleiters ist auf das Gegenstück am Deckel zu stecken. Abschließend montiert man dann wieder das Seitenteil, schiebt die Alubleche in die Seitenteile ein und schraubt vorn und hinten die letzten Blenden an.

Hinweise zum Einsatz der EL 9000

- Die Massen des Laststromkreises, des Messstromkreises („U-I“-Buchse) sowie des Modulationseingangs („Mod.“) sind miteinander verbunden. Nur der Schnittstellenanschluss ist galvanisch getrennt. Entsprechend ist beim Anschließen von externen Messgeräten, Modulationsquellen und des Prüflings darauf zu achten, dass keine Kurzschlüsse bzw. Masse-schleifen entstehen.
 - Die im Gerät entstehende Abwärme muss aus dem Gehäuse abgeführt werden. Deshalb dürfen weder die Zu- noch die Abluftöffnungen abgedeckt bzw. zugestellt werden.
 - Die Verbindungsleitung zwischen Last und Prüfling muss, wie bereits erwähnt, so niederinduktiv wie möglich ausgeführt werden, um Schwingneigungen zu vermeiden. Dies ist besonders bei den Betriebsarten mit nicht konstanter Belastung wichtig. Es empfiehlt sich, stets den zeitlichen Verlauf des Stroms mit einem Oszilloskop zu kontrollieren.
 - Während die EL 9000 weitestgehend vor Überlastung geschützt ist, verträgt nicht jede Gleichstromquelle die möglichen Belastungsarten. Besonders im Pulsbetrieb kann es bei hohen Stromanstiegs-geschwindigkeiten und großen Lastströmen zu Beschädigungen des Prüflings kommen. Dies ist vor dem Test abzuklären und ggf. ein entsprechend kleinerer Laststrom, eine kleinere Stromanstiegs-geschwindigkeit oder eine niedrigere Pulsfrequenz zu wählen.
 - Prüfaufbauten sollten aufgrund der von ihnen ausgehenden potentiellen Brand-gefahr nicht unbeaufsichtigt betrieben werden.
- Im nächsten Teil dieser Artikelserie stellen wir die Steuersoftware zur EL 9000 vor.